

H.264 動画像処理に適したプロセッサシステムの設計 Design of a Processor System Suited for H.264 Video Processing

吉間 祐也 †
Yuuya Kichima

中野 秀洋 ‡
Hidehiro Nakano

宮内 新 †
Arata Miyauchi

1. はじめに

近年、映像や音楽などのマルチメディアコンテンツのコンピュータ上での普及にともない MPEG を代表とする映像圧縮技術や動画像処理技術が発展している。そのため、これらの技術を組み込みシステム上で利用したいという需要が増えている。しかし、一般的な映像信号である SDTV 程度の画像サイズでの動画像処理は、非常に多くの処理を必要とする。このため、ハードウェア制約条件の厳しい組み込みシステム上では、リアルタイムに処理することは困難である。そこで、限られた資源でリアルタイム処理を行うためには専用プロセッサの開発が必要となる。

専用プロセッサの中でも、特に盛んに研究が行われているのが MPEG 処理用 LSI である。MPEG とは動画像の圧縮形式の 1 つであり、様々な映像や蓄積メディアに用いられている。従来研究では MPEG-2 をターゲットとして MPEG 特徴量抽出に特化した応用システムである MBEP (MPEG Bitstream Embedded Proseccer) の開発が行われている[1]。一方、近年では新しい動画像圧縮規格として H.264 が注目されている。本稿では、H.264 をターゲットとした動画像処理ソフトウェアを開発し、MBEP 上でのリアルタイム処理の検討を行った。

2. MBEP

動画像処理において動きベクトルなどの特徴量が利用されている。一般的に動きベクトルはデコードした画像からオプティカルフローによって求められるが、非常に多くの処理がかかる。そこでデコードした画像から特徴量を生成するのではなく、ビットストリーム上にもともとある特徴量を抽出する手法が注目されている。このアプローチの一つとして、MPEG 特徴量抽出に特化した応用システムである MBEP (MPEG Bitstream Embedded Proseccer) の開発が行われている[1]。

MBEP は 5 段パイプラインプロセッサに次の専用回路を加えたものであり、MIPS 準拠の命令セットで動作する (図 1)。2 つの専用回路によって計算時間増加の要因である可変長符号の読み出しとパラメータのデコードが高速に行える。MBEP は MPEG-2 をターゲットに開発されているが、ソフトウェアを設計することで、その他の可変長符号を用いた動画像圧縮形式に対しても同様の高速化が可能である。MBEP における専用回路の各機能を以下に示す。

● Stream Extractor

ビットストリームから必要なビット長だけロード・読み飛ばしをするための回路である。

† 東京都市大学大学院工学研究科 Graduate School of Engineering, Tokyo City University

‡ 東京都市大学知識工学部情報科学科 Department of Computer Science, Faculty of Knowledge Engineering, Tokyo City University

● VLC テーブル

可変長パラメータのビット長とデコードした値を出力する。Stream Extractor と接続することで、1 命令でパラメータのビット長に応じた読み飛ばしが可能である。

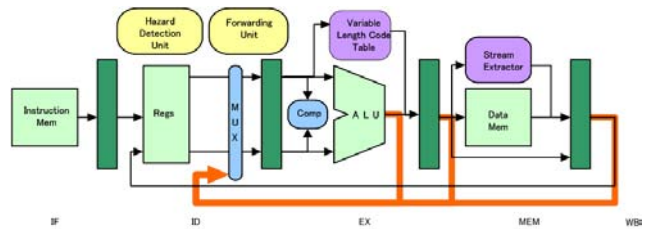


図1 MBEP 概略図

3. 専用ソフトウェアの設計

従来研究では、MPEG-2 専用のソフトウェアが開発されているが、本研究では新しい動画像圧縮規格である H.264 への適用を考える。このためには、H.264 のビットストリームから特徴量抽出を行う専用ソフトウェアの開発が必要である。本研究では、応用例の一つとして動きベクトルを用いた動体追跡[2]の専用ソフトウェアの開発を行う。

専用ソフトウェアでは、特徴量抽出のために必要最低限のデコードを行う。次に、動体追跡を行うために動きベクトルのグルーピング処理を行う。本研究で行う動体追跡は、図 2 に示すように P ピクチャ[2]のみから動きベクトルを抽出し、同じ方向を向いている動きベクトルを同じ物体の同じ動きと考えグルーピングすることにより動体を検出する。

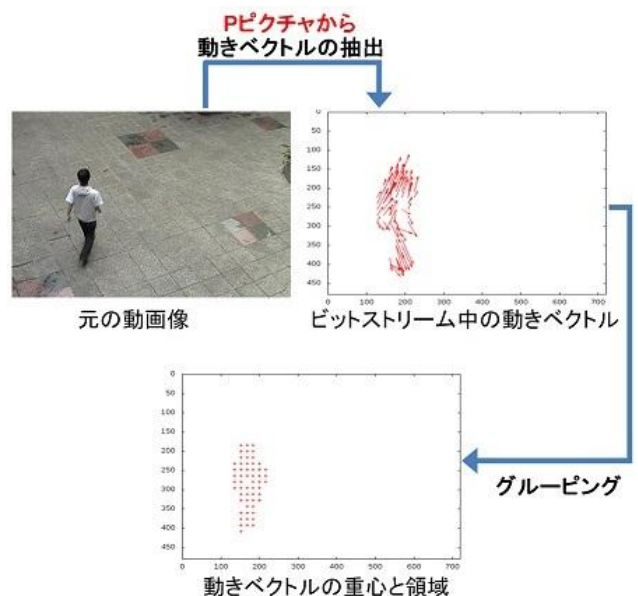


図2 動体の特定方法

そして、動体の中心にグルーピングした平均ベクトルが存在すると考え、以前の画像に対応する重心ベクトルがある場合は同じ物体と判定することで、動体追跡を行い動体の出現と消失を判断している。

4. 実験

対象とする動画は H.264 BaselineProfile、解像度 720×480 、30fps のカメラワークのものを用いた。今回の実験では図 3 に示すように人物が歩いている映像と人物が走っている映像の 2 パターンを入力映像として使用した。



(a) 人物が歩いている映像 (b) 人物が走っている映像

図 3 入力映像

4.1 実行結果

2 パターンの入力映像についてシミュレーションを行い動作結果の確認した。2 つの入力映像に対するの動作結果を図 4、図 5 に示す。

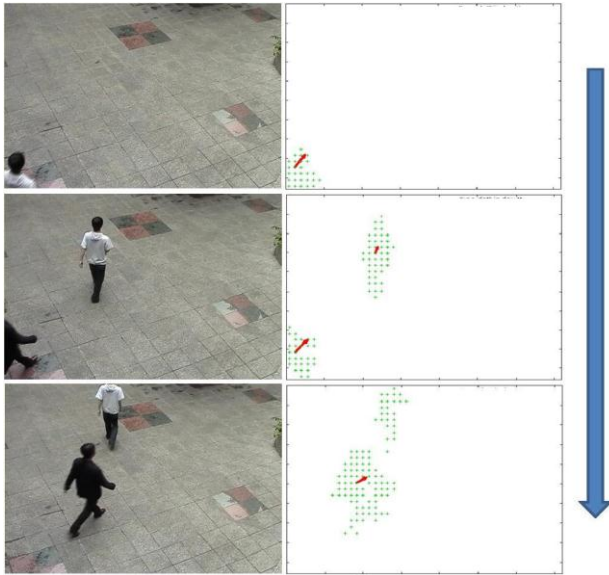
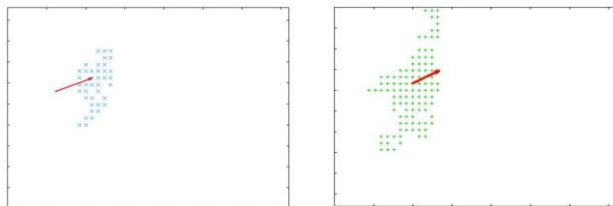


図 4 歩いている映像の動作結果

図 4、図 5 に示すように動体の出現と消失を追跡することが出来た。

4.2 従来との比較

図 6 に MPEG-2 との処理結果の比較を行った。



(b) MPEG-2 での動体追跡 (b) H.264 での動体追跡

図 6 動画パターン 2 での MPEG-2 との比較

H.264 では MPEG-2 と比べマクロブロックが細かく細分化されているので、細分化されたマクロブロックの分だけ動きベクトルの数が増えてしまう。そのため相対的に処理量が増加し動作時間がかかっていると考えられる。

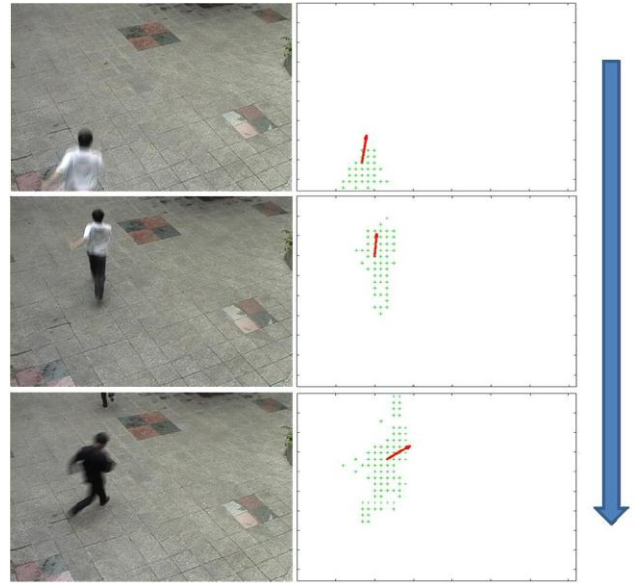


図 5 走っている映像の動作結果

4.2.1 実行時間の比較

入力した映像では動体追跡が正しく行えていることを確認した。次に、リアルタイムで動作することが可能かを確認するために、MPEG-2 との動作時間の比較を行った。汎用的な PC 上で実装して、実験を行った。MPEG-2 では約 0.6s に対して、H.264 では約 2.4s となった。MPEG-2 と比べると、H.264 では実行時間に約 4 倍もの差が生じた。マクロブロックの増加と読み飛ばすピクチャ数の差が、実行時間増加の要因となったと考えられる。

4.2.2 可変長符号の読み出し回数

MPEG-2 と H.264 で可変長符号の読み出し回数を比較した。MPEG-2 では 1 picture あたり約 10 万回に対して H.264 では 1 picture あたり約 20 万回となった。H.264 は MPEG-2 と比べて、約 2 倍もの可変長符号の読み出しを行っていた。

5. まとめ

H.264 動画から特徴量の 1 つである動きベクトルを抽出し、それを用いて動体追跡を行うことが出来た。MPEG-2 では 100MHz 程度のプロセッサで検討していたが、最近では 300~500MHz 程度のプロセッサも多く登場している。結果からは 500MHz 程度のプロセッサならば、リアルタイムでの処理が可能であると考えられる。今後は処理量のさらなる削減について検討を行なっていく。

参考文献

- [1] 神崎真吾, 伊藤悠, 中野秀洋, 宮内新: MPEG 動画を直接処理する専用プロセッサの設計~ハードウェアテーブルによる高速化~, 電子情報通信学会 2007 年総合大会 講演論文集, D-6-4, 2007.
- [2] 宮内新, 笹代孝次, 渡邊露文, 石川知雄: 移動オブジェクトの追跡による動画画像インデクシングシステム, 映像情報メディア学会誌 Vol.54, No.3, pp.137-140, 2000.